347-352 23565(26)

动 物 学 研 究 1996, 17 (3): 347--352 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

三种姬鼠的染色体比较研究*

陈志平 刘瑞清** 李崇云 王应祥
(中国科学院昆明动物研究所 昆明 650223)

Q959.837

A

摘要 本文采用染色体分带技术(G-、C-带和银染色)，对中华姬鼠(*Apodemus draco*)、大林姬鼠(*A. peninsulae*)和大耳姬鼠(*A. latronum*)的核型进行了观察分析。结果表明：3种姬鼠的2n均为48。中华姬鼠的染色体均为端着丝点染色体。大林姬鼠的常规核型中，除1对中着丝点染色体(No.23)外，其余均为端着丝点染色体。大耳姬鼠的核型中，有13对端着丝点染色体、2对亚端着丝点染色体、1对亚中着丝点染色体和7对中着丝点染色体。中华姬鼠C-带核型中，所有染色体着丝点C-带都呈强阳性，异染色质非常丰富，Y染色体整条深染。在大林姬鼠C-带核型中，Nos.7，11，15，21，22着丝点C-带弱化甚至近阴性，其余染色体着丝点异染色质C-带都呈现程度不同的阳性。且Nos.2，4，7有强弱不同的端位异染色质带。X染色体着丝点区有大块的异染色质斑带出现，Y染色体整条深染。大耳姬鼠除Nos.3，4，10，12，13染色体着丝点C-带很弱外，其余染色体着丝点C-带均呈阳性，并有8对(Nos.16—23)染色体出现异染色质短臂。从总体上看，大林姬鼠和大耳姬鼠的着丝点异染色质明显比中华姬鼠的少。中华姬鼠的Ag-NORs有5对，分别位于Nos.7，8，18，21，22染色体端部。大林姬鼠和大耳姬鼠的Ag-NORs均为2对，位于Nos.7，8染色体端部，其中No.7染色体的Ag-NORs在绝大部分观察分裂相中都呈现多态性。3种姬鼠的染色体均显示比较清晰的G-带。通过核型的比较分析，对3种姬鼠的分类地位进行了讨论。

关键词 姬鼠，常规核型，染色体分带核型 染色体，啮齿目，

姬鼠(*Apodemus*)广泛分布于欧亚大陆及其邻近岛屿，我国计有8种。它们不仅是农林区的重要害鼠之一，有些种类还是一些烈性传染病的传染源和中间宿主。关于该类群的种级分类，不同学者向有不同看法。中华姬鼠(*A. draco*)、大林姬鼠(*A. peninsulae*)和大耳姬鼠(*A. latronum*)的分类地位也存在一些争议（Allen，1940；Ellerman等，1951；Corbet，1978；夏武平，1984)。尽管在它们的形态和地理分布等方面已作了很多工作，但其染色体研究还不很充分。到目前为止，3种姬鼠中仅大林姬鼠(*A. p. preator*)的常规核型和带型有过报道(Bekasov等，1980；Kobayashi等，1984)，中华姬鼠和大耳姬鼠的染色体研究尚未见报道。本文报道了这3种姬鼠的常规核型和染色体G-带、C-带及Ag-NORs的数目和分布，以期为我国姬鼠类动物的系统分类和进化研究提供细胞遗传学背景资料。

---

* 云南省科委应用基础研究基金资助项目

** 属中国科学院昆明动物研究所细胞与分子进化开放研究实验室

本文1995年7月10日收到，同年11月7日修回

1 材料和方法

1.1 实验动物

中华姬鼠(*A. draco*)：3♂，2♀，捕于云南省昆明市西郊花红洞。大林姬鼠(*A. peninsulae*)：2♂，2♀，采自云南剑川县。大耳姬鼠(*A. latronum*)：2♀，采自云南剑川县。

1.2 方法

染色体标本的制备，采用骨髓细胞短期培养方法：姬鼠处死后，迅速取出其股骨骨髓，在含15%小牛血清的"199"培养液里培养7 h(37.5℃)。在收获细胞前1.5 h加秋水仙素(终浓度为0.5 μg／ml)，常规空气干燥法制染色体标本。10%Giemsa(pH 6.8)染色15 min，镜检。选取10个分散较好的中期分裂相摄影、测量及分析，按Levan等(1964)的标准确定染色体的形态。

G−带按Seabright(1971)的方法，稍加修改。片龄1周左右，置37℃温箱中过夜后，以0.025%胰蛋白酶溶液处理约1 min(室温)，PBS洗2次，凉干，Giemsa染色。

C−带参照Sumner(1972)的方法，先将染色体标本放入0.2N HCl中处理30 min，再以5%$Ba(OH)_2$，54℃，处理7—10 min，水洗，置入2×SSC液中，60℃，孵育2—5 h。水洗，凉干，Giemsa染色。

核仁组织者(NORs)硝酸银染色按Howell等(1980)的方法进行。

2 实验结果

2.1 3种姬鼠的染色体组型

3种姬鼠均计数了约125个中期分裂相，其中含48条染色体的分裂相都占全部计数细胞的86.50以上%，由此确定中华姬鼠、大林姬鼠和大耳姬鼠的二倍体染色体数目(2n)均为48。中华姬鼠的常染色体均为端着丝点染色体，X染色体是一个大的端着丝点染色体，其相对长度约等于No.2染色体的长度，Y染色体为一较小的端着丝点染色体(图版Ⅰ：A)。大林姬鼠的常染色体中，有22对(Nos.1—22)端着丝点染色体，1对（No.23)中着丝点染色体。X染色体是最大的端着丝点染色体，Y为一较小的端着丝点染色体(图版Ⅱ：A)。大耳姬鼠的核型中，有13对(Nos.1—13)端着丝点染色体，2对(Nos.13，14)亚端着丝点染色体，1对(No.15)亚中着丝点染色体，7对(Nos.16—23)中着丝点染色体，X为端着丝点染色体（图版Ⅲ：A)。3种姬鼠均未发现次缢痕和随体。它们的核型测量数据见表1。

2.2 C−带分析

每种姬鼠均观察分析了10个分裂相，3种姬鼠的C−带带型有一定差异。

中华姬鼠的C−带核型中，所有染色体的着丝点异染色质C−带都呈现较强的阳性，Nos. 7，9染色体还有很弱的端位异染色质带。X染色体着丝点异染色质C−带强阳性，Y染色体整条深染色(图版Ⅰ：C)。

在大林姬鼠C−带核型中，除Nos.7，11，15，21，22着丝点异染色质C−带弱化甚至近阴性外，其余染色体着丝点C−带都呈现程度不同的阳性。且Nos.2，4，7有强弱不

同的端位异染色质带。X 染色体的着丝点异染色质 C-带强阳性，有大块的异染色质斑带出现。Y 染色体整条深染。在一雌性个体中，还发现 No.1 同源染色体对的 1 条染色体臂的中部，有一大而明显的插入异染色质带，这是否为两性间的差异，尚有待进一步研究(图版Ⅱ：C)。

大耳姬鼠的 C-带核型中，Nos.3、4，10、12，13 染色体着丝点 C-带很弱甚至阴性，其余染色体着丝点异染色质 C-带都呈现强弱不同的阳性，X 染色体着丝点 C-带强阳性。8 对(Nos.16~23)中或亚中着丝点染色体具异染色质短臂（图版Ⅲ：C)。

表 1　中华姬鼠、大林姬鼠和大耳姬鼠的核型测量数据($N=10$)

Tab. 1　The measuring data of the karyotypes of *A. draco*，*A. peninsulae* and *A. latronum*

染色体编号	中华姬鼠 *A. draco* 相对长度	中华姬鼠 *A. draco* 染色体类型	大林姬鼠 *A. peninsulae* 相对长度	大林姬鼠 *A. peninsulae* 臂比	大林姬鼠 *A. peninsulae* 染色体类型	大耳姬鼠 *A. latronum* 相对长度	大耳姬鼠 *A. latronum* 臂比	大耳姬鼠 *A. latronum* 染色体类型
1	6.38±0.32	A	7.16±0.36		A	6.19±0.41		A
2	5.87±0.35	A	6.55±0.33		A	5.73±0.37		A
3	5.56±0.24	A	6.05±0.32		A	5.35±0.31		A
4	5.49±0.26	A	5.65±0.26		A	5.09±0.34		A
5	4.80±0.22	A	5.35±0.19		A	4.77±0.24		A
6	4.67±0.22	A	5.04±0.24		A	4.51±0.27		A
7	4.25±0.16	A	4.44±0.18		A	4.06±0.23		A
8	4.19±0.15	A	4.34±0.15		A	3.87±0.23		A
9	4.12±0.15	A	4.13±0.17		A	3.74±0.21		A
10	4.05±0.13	A	3.83±0.12		A	3.29±0.15		A
11	3.98±0.17	A	3.73±0.12		A	3.09±0.17		A
12	3.91±0.13	A	3.23±0.10		A	2.89±0.13		A
13	3.57±0.14	A	3.03±0.14		A	2.26±0.13		A
14	3.50±0.18	A	2.92±0.15		A	4.46±0.25	3.19±0.18	SA
15	3.43±0.12	A	2.87±0.11		A	3.22±0.17	3.24±0.18	SA
16	3.36±0.15	A	2.82±0.13		A	4.83±0.24	2.13±0.17	SM
17	3.22±0.11	A	2.72±0.11		A	4.64±0.23	1.46±0.14	M
18	2.95±0.13	A	2.52±0.12		A	4.55±0.25	1.42±0.17	M
19	2.88±0.12	A	2.42±0.14		A	4.39±0.23	1.32±0.14	M
20	2.81±0.10	A	2.32±0.11		A	4.12±0.18	1.28±0.16	M
21	2.75±0.11	A	2.22±0.11		A	3.48±0.16	1.33±0.13	M
22	2.61±0.14	A	2.12±0.10		A	3.16±0.12	1.43±0.14	M
23	2.54±0.12	A	2.62±0.17	1.33±0.08	M	2.51±0.10	1.48±0.15	M
X	5.80±0.28	A	8.77±0.38		A	5.79±0.31		A
Y	3.29±0.17	A	3.13±0.16		A			

2.3　银染核仁组织者区(Ag-NORs)的数目和分布

通过 40 个分裂相的观察计数及比较统计 10 个分裂相 Ag-NORs 的分布位置，发现中华姬鼠的银染核型中有 5 对 Ag-NORs，分别位于 Nos.7，8，18，21，22 染色体的端部。在所观察的一些细胞中(约 50%)，No.22 染色体的 Ag-NORs 呈多态性，即两条同源染色体中的 1 条染色体银染呈阳性，另 1 条呈阴性(图版Ⅰ：D)。大林姬鼠的 Ag-NORs 为 2 对，分别出现在 Nos.7，8 染色体端部，其中 No.7 在绝大部分所观察的分裂相中(90%)，均呈多态性，同源染色体中仅 1 条染色体银染呈阳性，且其银染点大而明显(图

版Ⅱ：D)。此外，在极少数的观察细胞中（约5%），No.18染色体近着丝点区尚有1对Ag-NORs。大耳姬鼠的银染核型中也仅有2对Ag-NORs，位于Nos.7，8染色体的端部，在所观察的大部分分裂相中，No.7的Ag-NORs亦呈现多态现象(图Ⅲ：D)。3种姬鼠中均未发现Ag-NORs的联合现象。

2.4 G-带核型

3种姬鼠均观察分析了10个分裂相，在其G-带核型中，绝大多数染色体均显示出比较清晰的G带。通过G-带带纹的比较分析，可使同源染色体正确地配对，3种姬鼠的X染色体在近着丝点区域有1条浅带，染色体臂中部有两条深带，近端部还有1条深带，大耳姬鼠X染色体近端部的深带相对更宽一些。Y染色体在着丝点区有1条深带，在端部尚有1条浅带(图版Ⅰ：B；图版Ⅱ：B；图版Ⅲ：B)。

3 讨论

中华姬鼠、大林姬鼠和大耳姬鼠都隶属于姬鼠属的林姬鼠亚属(*Apodemus*)，但它们在常规核型和分带核型上均存在一定差异。中华姬鼠的核型中所有染色体均为端着丝点染色体，大林姬鼠有1对中着丝点染色体，大耳姬鼠则有2对亚端着丝点染色体和8对中或亚中着丝点染色体。3种姬鼠的C-带核型和Ag-NORs也有较明显的差异。从总体上看，中华姬鼠的着丝点异染色质明显比大林姬鼠和大耳姬鼠的多，大耳姬鼠有8对中或亚中着丝点染色体出现异染色质短臂，大林姬鼠有3对染色体具端位异染色质带，而中华姬鼠C-带核型中仅有2对染色体具很弱的端位C-带；Ag-NORs在中华姬鼠有5对，而大林姬鼠和大耳姬鼠仅有2对。Bekasova等（1974，1980）报道了大林姬鼠一亚种(*A. P. preator*)的染色体组型和分带核型。我们的结果与他们的报道大体相同。但也存在一些差异。在Bekasova等的报道中，大林姬鼠的2n＝48，NF＝48，所有常染色体及性染色体都是端着丝点染色体，并有0—13个超数染色体(B染色体)，它们均为中着丝点染色体。Kobayashi等(1984)报道的采于朝鲜的大林姬鼠的核型中，有3个超数染色体。经C-带染色时，超数染色体均是整条深染色，完全为异染色质性质。我们所做的大林姬鼠的常规核型中，二倍体染色体数目(2n)亦为48，但有两条中着丝点染色体。这两个中着丝点染色体并不是超数染色体，在C-带染色时，它们也不是整条深染色。此外，在C-带核型方面，我们的结果与Kobayashi等(1984)所报道的大林姬鼠的C-带核型也有一定的不同，他们的结果中仅有一对染色体上有端位异染色质带。

中华姬鼠曾被认为是小林姬鼠(*A. sylvaticus*)的的亚种(Allen，1940；Ellerman等，1951)，后来又被归为一个独立的种(Corbet，1978；夏武平，1984)。从染色体资料分析，中华姬鼠和小林姬鼠的的常规核型(Hsu等，1970；Bekasova等，1980)非常相似(2n＝48，NF＝48)，G-带带纹也基本一致。但二者的C-带核型差异较大，小林姬鼠所有染色体着丝点C-带均呈阳性，但其着丝点异染色质明显不如中华姬鼠的丰富。此外，小林姬鼠有8对染色体上出现大而明显的端位异染色质带(Bekasova等，1980)，而中华姬鼠仅有2对染色体具很弱的端位C-带。可见，在C-带带型上中华姬鼠和小林姬鼠有比较明显的差异。大林姬鼠曾长时间被作为*A. specious*的亚种(夏武平，1984)，比较两者的染色体组型，*A. specious*的常规核型中有8个中或亚中着丝点染色体（Hsu等，1972；Tsuchiya等，1974)，而在大林姬鼠的常规核型中仅有0—2个中或亚中着丝点染色体，有

些个体还有超数染色体。可见，在常规核型上它们相互间的差异是比较显著的。大耳姬鼠的分类地位亦较混乱，曾被不同学者分别认为是 *A. specious*、*A. flavicollis* (Ellerman, 1961)和中华姬鼠(冯祚建等，1986)的亚种。从核型资料来看，*A. specious* 有4对中或亚中着丝点染色体，*A. flavicollis* 的染色体均为端着丝点染色体(Kral, 1972)，中华姬鼠的所有染色体亦都为端着丝点染色体，而大耳姬鼠则有8对中或亚中着丝点染色体；在C-带和银染核型上，大耳姬鼠和中华姬鼠也有较明显的差异。因此，从染色体资料来看，把中华姬鼠、大林姬鼠和大耳姬鼠提升为3个有效种也是适宜的。核型资料亦为形态分类提供了细胞遗传方面的新证据。

参 考 文 献

冯祚建，蔡桂全，郑昌琳，1986 西藏哺乳类. 北京：科学出版社 333—335

夏武平，1984 中国鼠属的研究及与日本种类关系的讨论. 4(2)：93—97.

Allen G M, 1940. The mammals of China and Mongolia. Vol.2 New York: Amer. Nat. Hist

Bekasova T S, Vorontsov N N, Korobitsyna K V, Korablev V P, 1980. B-chromosomes and comparative karyology of the mice of the genus *Apodemus* *Genetica*, **52/53**: 33-43.

Corbet G M, 1978. The mammals of the Palaearctic region, a taxonomic review. London.

Ellerman J R, 1961 The fauna of India, Mammalia, Vol.3. London

Ellerman J R, Morrison-Scott T C S, 1951. Checklist of Palaearctic and Indian Mammals. Brit. Mus. Nat. Hist

Howell W M, Black D A, 1980 Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia*, **36**: 1014-1015.

Hsu T C, Arrighi F E, 1971. Distribution of constitutive heterochromatin in mammalian chromosomes. *Chromosoma*, **34**: 243-253

Hsu T C, Benirschke K, 1970. An atlas of mammalian chromosomes. Vol.4 . New York: Springer.

Hsu T C, Benirschke K, 1972. An atlas of mammalian chromosomes. Vol.6 .New York: Springer

Kobayashi T, Abe S, 1984. A preliminary report on the karyotype of the Korean wood mouse, *Apodemus peninsulae*. *Chromosome Information Service*. 37: 21-23

Kral B, 1972 Chromosome characteristics of Muridae and Microtidae from Czechoslovakia. *Zool. Listy*, **21**: 3-78

Seabright M A, 1971. A rapid banding techique for human chromosomes. *Lancet*, **11**: 971-972

Sumner A T, 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Exp. Cell Res.*, **75**: 304-306

Tsuchiya K, 1974. Cytological and biochemical studies of *Apodemus speciosus* group in Japan. *J. Mamm. Soc Jap.* **6**: 67-87.

STUDIES ON THE CHROMOSOMES OF THREE SPECIES OF WOOD MICE

Chen Zhiping Liu Ruiqing Li Chongyun Wang Yingxiang

(*Kunming Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan* 650223)

Abstract

The karyotypes of three species of wood mice have been studied by banding techniques (G-, C- and Ag-staining). Three species have the same diploid number, 2n=48. All chromosomes in the complement of *A. draco* are acrocentrics. The karyotype of *A.*

peninsulae consists of 22 pairs of acrocentrics, 1 pair of metacentrics, X and Y are acrocentrics. However, the karyotype of *A. latronum* consists of 13 pairs of acroentrics, 2 pair of subacrocentrics, 1 pair of submetacentric, 7 pairs of metacentrics, X chromosome is a acrocentric.

The G-banded, C-banded and silver-stained karyotypes have been observed. G-banding allows to identify all chromosome pairs in three species. C-banding reveals centromeric heterochromatin in all chromosomes in *A. draco*. In the C-banded karyotype of *A. peninsulae*, the centromeric heterochromatin is found in all chromosomes, however, the centromeric C-bands of Nos.7, 11, 15, 21, 22 are very fanitly stained even negative, there are also telomeric C-bands in Nos.2, 4, 7. The Y chromosomes of *A. draco* and *A. peninsulae* are whole heterochromatin. The centromeric C-bands of all chromosomes are positive in the C-banded karyotype of *A. latronum*, but the centromeric C-bands in Nos.3, 4, 10, 12, 13 are very fanitly stained. Ag-NORs are predominantly located at Nos.7, 8, 18, 21, 22 in *A. draco*. While Ag-NORs are found in Nos.7, 8 in *A. peninsulae* and *A. latronum*, respectively. The polymorphism of Ag-NORs of No.22 (in *A. draco*) and No.7 (in *A. peninsulae* and *A. latronum*) is found. Moreover, the classification of three species has also been discussed.

Key words *Apodemus*, Conventional karyotypes, Banding patterns of chromosomes

图版 I

A

1 —— 5
6 —— 10
11 —— 15
16 —— 20
21 —— 23 X Y

B

1 —— 5
6 —— 10
11 —— 15
16 —— 20
21 —— 23 X Y

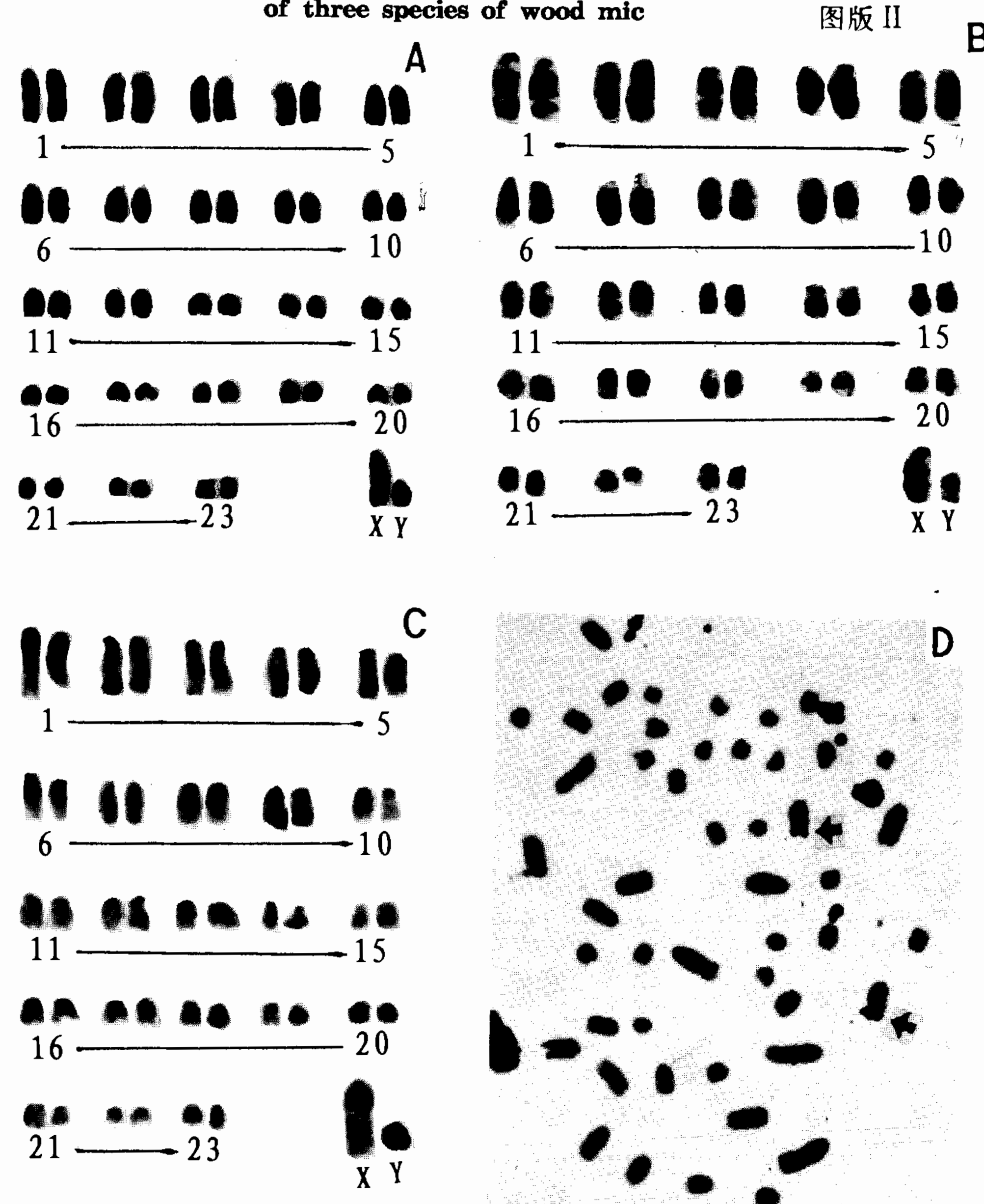
A: 常规核型, Conventional karyotype; B: G-带, G-bands; C: C-带, C-bands; D: 染色体的Ag-NORs, Ag-NORs of chromosomes in *A. draco*.

C

1 —— 5
6 —— 10
11 —— 15
16 —— 20
21 —— 23 X Y

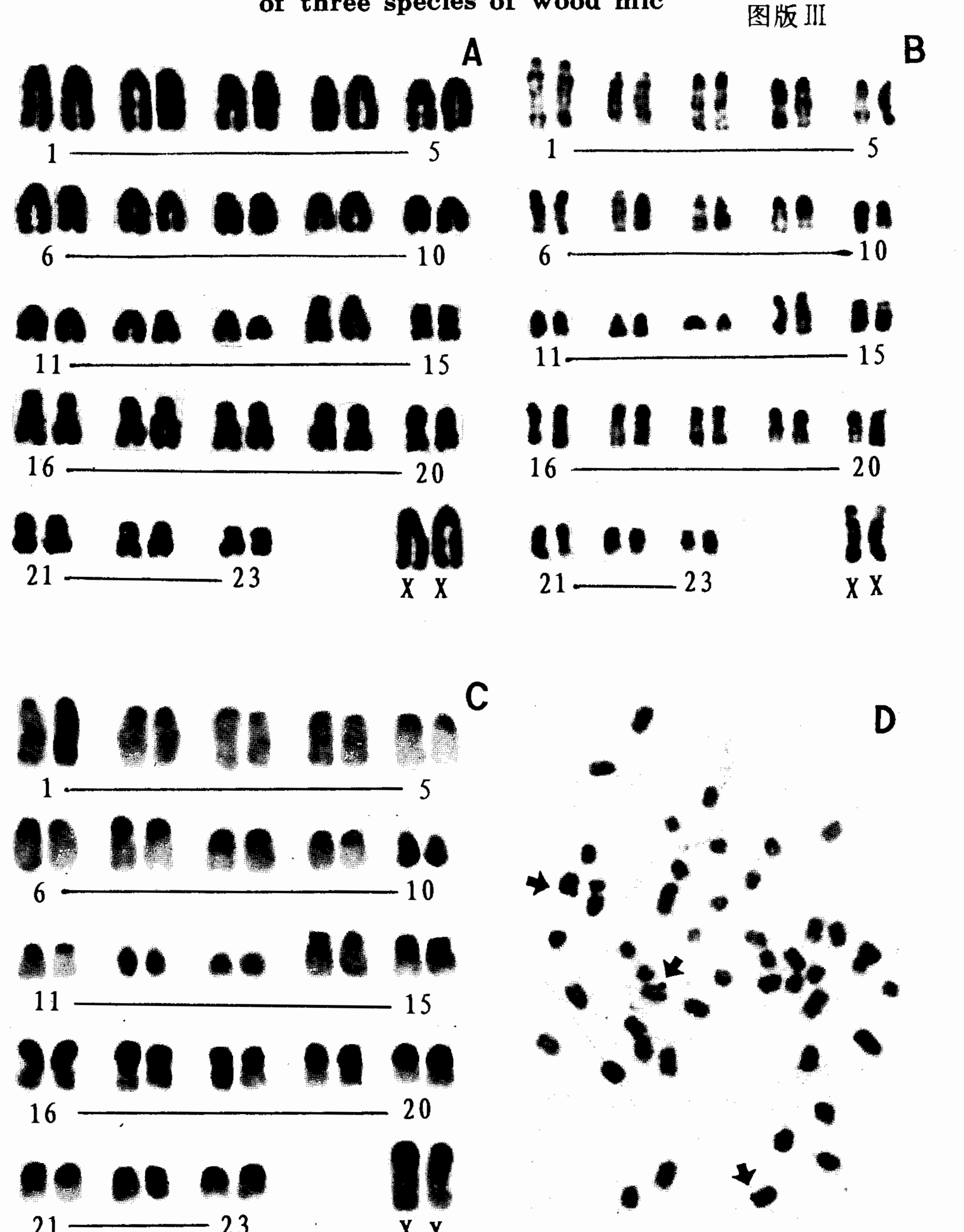
D

中华姬鼠的核型 The karyotype of *A. draco*



大林姬鼠的核型 The karyotype of *A. peninsulae*; A: 常规核型, Conventional karyotype; B: G-带, G-bands; C: C-带, C-bands; D: 染色体的Ag-NORs, Ag-NORs of chromosomes in *A. peninsulae*.

图版 III



大耳姬鼠的核型 The karyotype of *A. latronum*, A: 常规核型, Conventional karyotype; B: G-带, G-bands; C: C-带, C-bands; D: 染色体的Ag-NORs, Ag-NORs of chromosomes in *A. latronum*.